

## EVALUASI KOMPOSIT SERAT BIJI KAPUK RANDU BERPENGUAT EPOXY RESIN UNTUK PRODUK KAMPAS REM PABRIKAN *FREE ASBESTOS* DENGAN PEMBANDING *BRAKE SHOES* DAN *BRAKE PAD* PABRIKAN

\* Stefanus Prasetyo<sup>1</sup>, Gunawan Dwi Haryadi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

\*E-mail: [stefanus.prasetyo21@gmail.com](mailto:stefanus.prasetyo21@gmail.com)

### Abstrak

Rem merupakan komponen kendaraan yang berfungsi untuk memperlambat atau menghentikan laju kendaraan secara nyaman. Komposit adalah suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya baik itu sifat kimia maupun fisiknya dan tetap terpisah antara yang satu dan bahan lainnya. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh persen berat resin epoxy yang di tambahkan ke dalam abu biji kapuk randu sebagai bahan komposit yang di aplikasikan untuk *brake shoes* kendaraan bermotor di tinjau dari sifat laju keausan, kelenturan, dan kekerasannya. Hasil pengujian nilai kekerasan *brake shoes* komposit biji kapuk randu tertinggi terdapat pada spesimen A1 dengan perbandingan komposisi resin epoxy 5:3 antara abu dengan resin epoxy, kekerasan terendah pada spesimen B2 dengan perbandingan 7:3 antara abu dengan resin epoxy. Pada spesimen pembanding kekerasan terkecil terdapat pada spesimen K yaitu sebesar 47.01 HV dan kekerasan terbesar terdapat pada spesimen A yaitu sebesar 112.14 HV. Nilai laju keausan tertinggi terdapat pada spesimen B4 dengan perbandingan komposisi resin epoxy yaitu 7:3, laju keausan terendah adalah spesimen A1 dengan perbandingan komposisi resin epoxy yaitu 5:3 abu dan resin epoxy. Pada spesimen pembanding laju keausan terkecil terdapat pada spesimen A dengan laju keausan sebesar  $2,44 \times 10^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg}$  dan laju keausan tertinggi pada spesimen F dengan laju keausan sebesar  $2,82 \times 10^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg}$ . Nilai kelenturan *brake shoes* komposit biji kapuk randu tertinggi terdapat pada spesimen B3 dengan perbandingan komposisi 3:2 antara Abu B3 + Resin Epoxy, kelenturan terendah adalah spesimen tanpa perlakuan dengan perbandingan komposisi resin epoxy yaitu 3:2. Pada spesimen pembanding kelenturan terkecil terdapat pada spesimen K dengan kelenturan sebesar  $15,85 \text{ N/mm}^2$  dan kelenturan tertinggi pada spesimen F dengan kelenturan sebesar  $27,48 \text{ N/mm}^2$  sedikit lebih tinggi dari spesimen A yang memiliki kelenturan sebesar  $27,24 \text{ N/mm}^2$ .

**Kata kunci:** *Brake shoes*, biji kapuk randu, epoxy resin, komposit

### Abstract

*Brake is a vehicle component that serves to slow or stop the vehicle comfortably. Composite is a kind of new material engineered consisting of two or more materials where each material properties different from each other both chemical and physical properties and remain separate from each other and the material. The purpose of this study to determine the effect of weight percent of the epoxy resin added to the ash kapok seed as the composite material is applied to the motor vehicle brake shoes in the review of the nature of the wear rate, flexibility, and hardness. The results of testing the hardness of composite brake shoes kapok seed is highest at A1 specimens with epoxy resin composition ratio of 5:3 between gray with epoxy resin, the lowest hardness of the specimen B2 with a ratio 7:3 between gray with epoxy resin. In comparison to the violence smallest specimens contained in the specimen K is equal to 47.01 HV and greatest violence contained in a specimen that is equal to 112.14 HV. Value wear rate is highest in B4 specimens with epoxy resin composition ratio is 7: 3, the lowest wear rate is the specimen A1 with epoxy resin composition ratio is 5:3 ash and epoxy resins. In comparison to the rate of wear of the smallest specimens contained in the specimen A with the wear rate of  $2.44 \times 10^{-7} \text{ mm}^2 / \text{kg}$  and the highest wear rate on the specimen F with a wear rate by  $2.82 \times 10^{-7} \text{ mm}^2 / \text{kg}$ . Value flexibility composite brake shoes kapok seed is highest at B3 specimen with a composition ratio of 3:2 between Abu B3 + Epoxy Resin, low flexibility is the specimen without treatment with epoxy resin composition ratio is 3:2. In comparison to the flexibility of the smallest specimens contained in the specimen K with the flexibility of  $15.85 \text{ N} / \text{mm}^2$  and l the highest flexibility in specimen F with the flexibility of  $27.48 \text{ N} / \text{mm}^2$  slightly higher than the specimen A which has the flexibility of  $27.24 \text{ N/mm}^2$ .*

**Keywords:** *Brake shoes*, composite, epoxy resin, kapok seed

## 1. Pendahuluan

Rem merupakan komponen kendaraan yang berfungsi untuk memperlambat atau menghentikan laju kendaraan secara nyaman. Sebagian besar dari kampas rem yang digunakan saat ini terbuat dari serat logam yang diperkuat *fenolik resin matrix* dan disebut *semi-metalik* yang biasa dikategorikan ke dalam logam. Sebagian besar kampas rem adalah campuran dari sejumlah bahan yang berbeda untuk memberikan sifat-sifat yang diinginkan seperti gesekan yang seragam, menghasilkan lebih sedikit *noise* dan getaran, serta lebih murah biaya produksinya. Dari beberapa bahan untuk pembuatan kampas rem dengan material yang berbeda menghasilkan efek pengereman yang berbeda pula. Misal dengan bahan asbestos yang memiliki keunggulan bahan yang murah dan mudah didapat, akan tetapi material asbes memiliki kendala yaitu dapat menyebabkan penyakit kanker [1]. Penggunaan bahan penguat untuk meningkatkan kekuatan gesek meliputi *lead oxide* (PbO) dan oksida logam (*metal oxide*) [2], menimbulkan polusi udara yang mengganggu saluran pernapasan dan iritasi mata [1]. Penggunaan bahan *zinc* (Zn) dalam bahan kampas rem juga mulai ditentang oleh lembaga-lembaga pencinta lingkungan oleh karena itu perlu suatu inovasi untuk menciptakan suatu material yang ramah lingkungan dan tetap menghasilkan performa pengereman yang optimal.

Salah satu alternatif yang saat ini masih dikembangkan adalah komposit. Komposit adalah suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya baik itu sifat kimia maupun fisiknya dan tetap terpisah antara yang satu dan bahan lainnya (bahan komposit) [3]. Bahan komposit mempunyai beberapa kelebihan berbanding dengan bahan konvensional seperti logam.

Serat alam yang dapat dimanfaatkan sebagai komposit salah satunya adalah biji kapuk randu. Potensi produksi kapuk randu meliputi kapas, biji kapuk randu dan bahan tambah lain cukup besar. Sebelum Perang Dunia II, 80 persen pasokan kapuk dunia berasal dari Indonesia dan 60 persennya berasal dari Jawa Tengah. Karena itulah di dunia internasional, Jawa Tengah dikenal dengan sebutan "jawa kapuk" yang artinya kapuk asal Jawa. Antara tahun 1936-1937 ekspor kapuk dari Indonesia sekitar 28,4 juta kilogram per tahun. Data terbaru yang diperoleh dari Kabupaten Kudus, Agustus 2004, luas tanaman kapuk randu tercatat 2.489,072 hektar [4]. Di Kabupaten Pati luas tanaman kapuk randu pada tahun 1989 mencapai 3.035.850 pohon yang ekuivalen dengan 20.239 hektar.

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui sifat kekerasan *brake shoes* komposit biji kapuk hasil penelitian dibandingkan dengan *brake shoes* dan *brake pad* pabrikan, mengetahui sifat kelenturan *brake shoes* komposit biji kapuk hasil penelitian dibandingkan dengan *brake shoes* dan *brake pad* pabrikan, mengetahui laju keausan *brake shoes* komposit biji kapuk hasil penelitian dibandingkan dengan *brake shoes* dan *brake pad* pabrikan.

## 2. Bahan dan Metode Penelitian

Studi literatur dilakukan untuk mencari materi dan teori yang berhubungan dengan penelitian ini dan memudahkan dalam menentukan proses yang akan dilakukan selama penelitian. Materi yang dibutuhkan antara lain tentang material komposit khususnya yang menggunakan bahan baku serat alam, perlakuan panas (*heat treatment*), *sintering*, uji tekan (*compression test*), uji gesek (*friction test*) serta pengujian kekerasan.

Perencanaan proses dan bahan dilakukan untuk mendapatkan referensi alat, bahan baku yang digunakan, serta bahan pendukung yang diperlukan dalam proses penelitian yang akan dilakukan mengacu kepada referensi yang telah didapat.

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini berupa biji kapuk randu. Penyediaan bahan baku dilakukan dengan mensurvei lokasi penyedia sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan. Lokasi penyediaan bahan baku terdapat di beberapa daerah, di antara Kendal, Purwodadi, dan Pati. Bahan baku yang disiapkan sebanyak 2 karung dengan berat 150 kg.

Pengeringan biji kapuk dilakukan dengan penjemuran biji kapuk dengan wadah yang telah disiapkan di lingkungan terbuka dengan memanfaatkan sinar matahari. Selain untuk mengeringkan, dalam penjemuran juga dilakukan pembersihan biji kapuk dari pengotor berupa kapas, pasir, dan lain-lain.

Sebelum kapuk randu dibentuk menjadi bentuk material serbuk yang akan digunakan untuk membuat material komposit, biji kapuk harus diuji kandungan komposisi kimianya agar dapat mengetahui proses pengerjaan yang akan dilakukan dalam proses pembuatan material komposit nantinya. Pengujian komposisi kimia dilakukan untuk mengetahui kandungan daripada bahan baku biji kapuk randu yang akan dibuat menjadi material serbuk.

Penggilingan biji kapuk dilakukan dengan menggunakan mesin giling biji. Penggilingan bertujuan agar biji kapuk dibuat menjadi bentuk serbuk, hingga halus. Pembentukan serbuk biji kapuk dilakukan untuk mempermudah proses pengerjaan selanjutnya dalam proses pembuatan abu.

Penimbangan serbuk biji kapuk dilakukan untuk mengetahui berat awal dari serbuk biji kapuk serta berat akhir setelah menjadi abu. Penimbangan dilakukan dengan timbangan digital di Laboratorium Metalurgi Fisik Teknik Mesin Universitas Diponegoro. Proses ini dilakukan untuk membuat serbuk biji kapuk menjadi abu dengan cara dipanaskan/dibakar hingga suhu 600°C dengan durasi waktu 90 menit. Pembuatan abu menggunakan tungku pemanas (*furnace*) di Laboratorium Metalurgi Fisik Teknik Mesin Universitas Diponegoro.

Pengujian kualitas abu biji kapuk dapat dilihat dari bentuk butir dan ukuran abu biji kapuk. Penyeragaman ukuran abu biji kapuk dilakukan dengan mengambil sampel dari bahan baku abu biji kapuk lalu di *sieving* menggunakan *mesh*. Pengujian ini dilakukan menggunakan alat *mesh* di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Diponegoro. Selain itu, juga dilakukan pengujian massa jenis dari abu yang akan dibuat menjadi material komposit, untuk mengetahui densitas dari abu yang telah dibuat dari bahan baku biji kapuk.

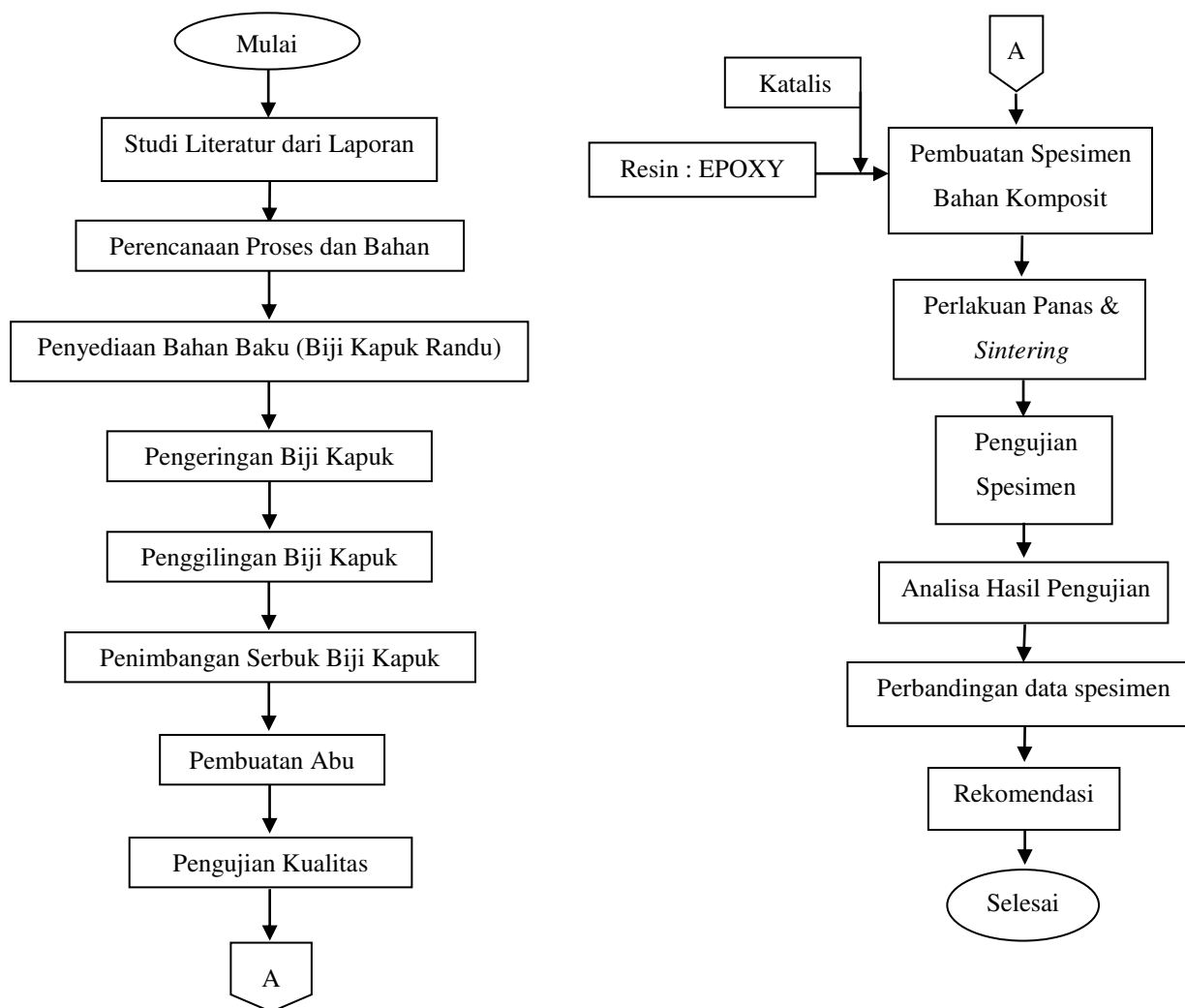
Pembuatan spesimen menggunakan bahan pendukung resin, berupa epoxy dan ditambahkan katalis untuk mempercepat reaksi dalam proses pembuatannya. Perbandingan komposisi yang di pakai seperti terlihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

**Tabel 1.** Perbandingan komposisi komposit.

No	Keterangan
1.	Komposisi 5 : 3 Abu A1 + Resin Epoxy
2.	Komposisi 7 : 9 Abu A2 + Resin Epoxy
3.	Komposisi 3 : 2 Abu A3 + Resin Epoxy
4.	Komposisi 5 : 3 Abu B1 + Resin Epoxy
5.	Komposisi 7 : 3 Abu B2 + Resin Epoxy
6.	Komposisi 3 : 2 Abu B3 + Resin Epoxy
7.	Komposisi 7 : 3 Abu B4 + Resin Epoxy
8.	Komposisi 3 : 2 Tanpa Perlakuan

Proses *sintering* dilakukan dengan memanaskan bahan/spesimen hingga mencapai hingga 70% temperatur luluh (*melting*) atau disekitarnya dan ditahan (didiamkan) sesaat. Perlakuan panas (*heat treatment*) bahan/produk setengah jadi yang berasal dari bahan baku abu dilakukan dengan proses pemadatan (*compaction*) yang disertai dengan mekanisme *sintering*[4,5].

Dari beberapa penjelasan metode penelitian diatas, dibawah ini merupakan diagram alir penelitian tersebut yang terlihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian.

Pengujian spesimen dilakukan untuk mendapatkan data hasil pengujian. Pengujian spesimen dilakukan dengan beberapa jenis pengujian, diantaranya ada pengujian lentur, pengujian kekerasan, dan pengujian laju keausan.

Uji lentur dilakukan untuk mengetahui kekuatan lentur dari material komposit yang telah dibuat. Pengujian yang dilakukan dengan menggunakan alat tekan *three point bending* di Laboratorium Bahan Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta berdasarkan standard ASTM D790.

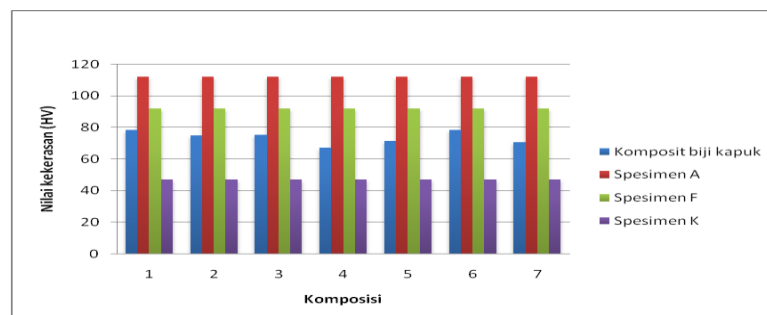
Uji kekerasan dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan material komposit yang telah dibuat. Nilai kekerasan dari spesimen tersebut dapat menjadi pembandingan dengan nilai kekerasan pada produk kampas rem yang sudah dibuat dipasaran[6].

Uji laju keausan dilakukan untuk mengetahui laju keausan *brake shoes* dilakukan menggunakan mesin *Ogoshi High Speed Universal Wear Testing (Type OAT-U)* yang di lakukan di Laboratorium Bahan Teknik Jurusan Teknik Mesin dan Industry Universitas Gadjah Mada [7].

Mengolah data-data yang sudah didapatkan dengan mengacu pada materi yang terdapat pada referensi dan menampilkan data-data tersebut dalam bentuk gambar dan tabel yang dibuat dalam penulisan laporan. Mengkaji proses-proses yang telah dilakukan dalam proses penelitian ini terhadap hasil spesimen yang telah dibuat yaitu material komposit serat alam untuk produk kampas rem. Mengkaji kualitas spesimen melalui data hasil pengujian yang telah dilakukan. Kualitas produk kampas rem yang ada dipasaran menjadi tolak ukur kualitas material komposit serat alam untuk produk kampas rem yang dibuat. Menarik kesimpulan dari hasil pengolahan data dan analisa. Dan memberi rekomendasi saran untuk lanjutan dari penelitian ini.

### 3. Hasil dan Pembahasan

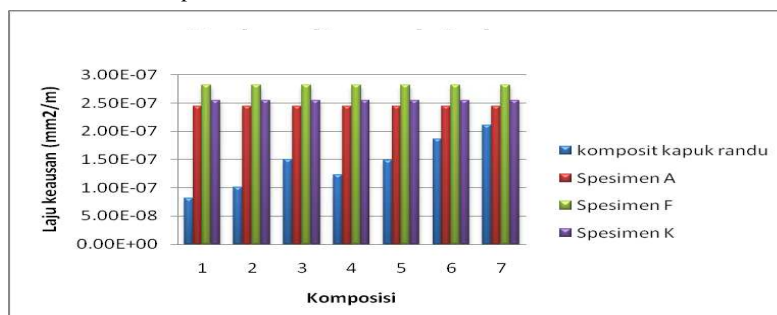
#### 3.1. Pengaruh komposisi resin terhadap laju kekerasan



Gambar 3. Perbandingan laju kekerasan material komposit biji kapuk randu.

Dari Gambar 3 menunjukkan hasil pengujian kekerasan pada masing-masing spesimen uji, dari hasil tersebut bisa di ketahui nilai kekerasan *brake shoes* komposit biji kapuk randu tertinggi terdapat pada spesimen A1 dengan perbandingan komposisi resin epoxy 5 : 3 antara abu dengan resin epoxy, sedangkan kekerasan terendah pada spesimen B2 dengan perbandingan 7 : 3 antara abu dengan resin epoxy. Sedangkan kekerasan pada spesimen pembandingan kekerasan terkecil terdapat pada spesimen K yaitu sebesar 47.01 HV dan kekerasan terbesar terdapat pada spesimen A yaitu sebesar 112.14 HV.

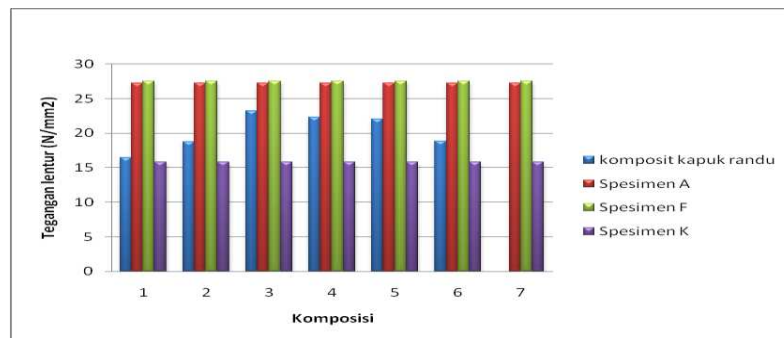
#### 3.2 Pengaruh komposisi resin terhadap keausan material



Gambar 4. Perbandingan keausan material komposit biji kapuk randu.

Dari Gambar 4 menunjukkan hasil pengujian laju keausan pada masing-masing spesimen uji, dari hasil tersebut bisa di ketahui nilai laju keausan semua *brake shoes* komposit biji kapuk randu masih berada di bawah *brake shoes* pabrikan, nilai laju keausan tertinggi terdapat pada spesimen B4 dengan perbandingan komposisi resin epoxy yaitu 7 : 3, sedangkan laju keausan terendah adalah spesimen A1 dengan perbandingan komposisi resin epoxy yaitu 5 : 3 abu dan resin epoxy. Sedangkan laju keausan pada spesimen pembandingan laju keausan terkecil terdapat pada spesimen A dengan laju keausan sebesar  $2,44 \times 10^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg}$  dan laju keausan tertinggi pada spesimen F dengan laju keausan sebesar  $2,82 \times 10^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg}$ .

### 3.3 Pengaruh komposisi resin terhadap kelenturan material



Gambar 5. Perbandingan kekerasan material komposit biji kapuk randu.

Pada Gambar 5 menunjukkan hasil pengujian kelenturan pada masing-masing spesimen uji, dari hasil tersebut bisa diketahui nilai kelenturan *brake shoes* komposit biji kapuk randu tertinggi terdapat pada spesimen B3 dengan perbandingan komposisi 3 : 2 antara Abu B3 + Resin Epoxy, sedangkan kelenturan terendah adalah spesimen tanpa perlakuan dengan perbandingan komposisi resin epoxy yaitu 3 : 2. Sedangkan kelenturan pada spesimen pembanding kelenturan terkecil terdapat pada spesimen K dengan kelenturan sebesar 15,85 N/mm<sup>2</sup> dan kelenturan tertinggi pada spesimen F dengan kelenturan sebesar 27,48 N/mm<sup>2</sup> sedikit lebih tinggi dari spesimen A yang memiliki kelenturan sebesar 27,24 N/mm<sup>2</sup>.

### 4. Kesimpulan

Nilai kekerasan *brake shoes* komposit biji kapuk randu tertinggi terdapat pada spesimen A1 dengan perbandingan komposisi resin epoxy 5 : 3 antara abu dengan resin epoxy, sedangkan kekerasan terendah pada spesimen B2 dengan perbandingan 7 : 3 antara abu dengan resin epoxy. Sedangkan kekerasan pada spesimen pembanding kekerasan terkecil terdapat pada spesimen K yaitu sebesar 47.01 HV dan kekerasan terbesar terdapat pada spesimen A yaitu sebesar 112.14 HV. Nilai laju keausan tertinggi terdapat pada spesimen B4 dengan perbandingan komposisi resin epoxy yaitu 7 : 3, sedangkan laju keausan terendah adalah spesimen A1 dengan perbandingan komposisi resin epoxy yaitu 5 : 3 abu dan resin epoxy. Sedangkan laju keausan pada spesimen pembanding laju keausan terkecil terdapat pada spesimen A dengan laju keausan sebesar  $2,44 \times 10^{-7}$  mm<sup>2</sup>/kg dan laju keausan tertinggi pada spesimen F dengan laju keausan sebesar  $2,82 \times 10^{-7}$  mm<sup>2</sup>/kg. Nilai kelenturan *brake shoes* komposit biji kapuk randu tertinggi terdapat pada spesimen B3 dengan perbandingan komposisi 3 : 2 antara Abu B3 + Resin Epoxy, sedangkan kelenturan terendah adalah spesimen tanpa perlakuan dengan perbandingan komposisi resin epoxy yaitu 3 : 2. Sedangkan kelenturan pada spesimen pembanding kelenturan terkecil terdapat pada spesimen K dengan kelenturan sebesar 15,85 N/mm<sup>2</sup> dan kelenturan tertinggi pada spesimen F dengan kelenturan sebesar 27,48 N/mm<sup>2</sup> sedikit lebih tinggi dari spesimen A yang memiliki kelenturan sebesar 27,24 N/mm<sup>2</sup>.

### 5. Daftar Pustaka

- [1] Mohanty, S., Chough, Y.P., 2006, "Development of fly ash-based automotive brake lining", Mining and Mineral Resources Engineering, College of Engineering, Southern Illinois University Carbondale, IL 62901, USA
- [2] Lee, W.P., Filip, P., 2012, "Friction and wear of Cu-free and Sb-free environmental friendly automotive brake materials", Center for Advanced Friction Studies, SIU Carbondale, IL 62901, USA
- [3] Pihtili, H., 2008, "An experimental investigation of wear of glass fibre-epoxy resin and glass fibre-polyester resin composite materials", Department of Mechanical Engineering, Engineering Faculty, Firat University, 23119 Elazığ, Turkey
- [4] Amstead, B.H., 1985, *Teknologi mekanik jilid 1*, Jakarta : Erlangga..
- [5] Aloisi, M., Karamanov, A., Taglieri, G., 2006, "Sintered glass ceramic composites from vitrified municipal solid waste bottom ashes", Department of Chemistry, Chemical Engineering and Materials, University of L'Aquila, Italy
- [6] Nurcholis, 2009, *pengaruh variasi komposisi bahan serbuk phenolic resin terhadap kekerasan dan tegangan tekan kampas rem berbahan dasar serabut kelapa*, Tugas sarjana, Universitas diponegoro, Fakultas teknik, Jurusan teknik mesin
- [7] Sutikno, M., Marwoto, P., Rustad, S., 2010, "The mechanical properties of carbonized coconut char powder-based friction materials", Physics Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Semarang State University (UNNES), Indonesia